土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

BIM 技术在浐灞发展大厦工程施工与管理中的应用研究

李文靖　丁珊珊　王齐兴　赵　宁　李大为

（陕西建工第一建设集团有限公司安装公司，西安　710077）

【摘　要】BIM 技术是继 CAD 技术之后引领建筑业发展的一项新技术，它的出现给建筑业带来革命性的变革，越来越多的国内施工企业正在学习和探索如何应用 BIM 技术。本文通过分析浐灞发展大厦工程特点与难点，研究如何将 BIM 技术应用于工程施工与管理中，探索 BIM 技术实施依据和实施路线，给出了基于 BIM 技术实现施工场地布置、工艺模拟及施工部署、施工精细管理等具体应用点，并分析了 BIM 技术在本工程施工与管理中的创新点。实践证明，将 BIM 技术与工程施工和项目管理相融合，能固化管理流程，最大限度地降低因人为因素给工程施工和项目管理带来的差异，达到降本增效的效果，确保工程质量一次成优，实现项目管理同质化、精细化的作用，可为企业向技术发展之路转型提供动力。

【关键词】BIM；工程施工；工艺模拟；施工部署；精细管理
【中图分类号】TU17；TU731.1；TU767；TU756　【文献标识码】A　【文章编号】1674 －7461(2017)05 －0062 －09
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11 －5823/tu.2017.05.11

1　引言

建筑信息建模/管理(Building Information Modeling/Management，BIM)是一种能以仿真图像描述建设工程物理特性、协助项目管理的新技术，建立从项目论证到方案设计、工程施工、运营维护，直至最终拆除的全生命周期数据库，并实现项目数据的共享和运用，从而使项目各利益相关方在不同阶段进行 BIM 的绘制、提取、更新和信息修改，实现项目的协同作业[1]。

近年来，随着我国建筑行业信息化进程的推进，BIM 技术逐渐被我国建筑行业所关注，各大建筑企业、设计院所、高校等都在研究和应用 BIM 技术，建立以 BIM 技术为支撑的信息化管理平台，达到企业降本增效的目的[2]。然而，如何在建设项目全生命周期中扎实有效的应用 BIM 技术，一直是困扰各大企业的难题，也是研究的热点[3-5]。本文以西安浐灞发展大厦工程为例，介绍工程施工和项目管理中 BIM 技术的应用情况，研究如何根据项目实际情况将 BIM 技术有效落地，并给出 BIM 技术应用经验，提出运用 BIM 技术为企业培养人才的建议，从而为企业在工程施工、项目管理和人才培养中更好应用 BIM 技术提供参考。

2　工程概况

2.1　工程简介

发展大厦是西安市浐灞生态区管委会重点投资的建设项目。项目采用钢筋混凝土核心筒结构，地下 2 层，地上 19 层，建筑高度 85m，总建筑面积约 37 750m^2。工程设计包括电气、智能化、给排水、消防、中水、通风空调等系统，功能完善，智能化程度高，是一座集办公、会议等功能为一体的现代化综合性公共建筑，建成效果如图 1 所示。2016 年初，该工程被陕西省 BIM 发展联盟评定为全省 BIM 应用试点项目。选择此类功能齐全的工程作为试点项目，对企业 BIM 在工程施工和管理中的运用及推广具有重要意义。

2.2　特点和难点分析

该工程紧邻周边建筑，开挖深度深、地下室设 3

【作者简介】　李文靖(1986 －)，女，硕士，工程师，主要研究方向：建筑给排水设计及 BIM 技术应用。



图 1　浐灞发展大厦效果

层机械车位对标高要求苛刻,机电深化设计和安装工作量大,管线排布困难,各工种穿插作业面多,且各功能用房布置较为分散,地下室及屋面设备多,设备尺寸较大,运输及安装难度大,安装对隔振降噪的要求较高。为达到国家优质工程“鲁班奖”施工质量目标,须确保各类工程指标一次成优,因此,工程在质量上要求很高,技术上要求及为严格。

3　BIM 组织与实施

根据工程特点与施工难点分析,结合项目管理目标与现阶段技术人员水平,考虑在工程施工与管理中采用 BIM 技术,将 BIM 技术与项目管理相融合,制定 BIM 应用流程,深度解析 BIM 技术在土建施工、机电安装和项目管理等中的专项应用点,从而达到降低施工难度、固话管理流程,实现施工与管理同质化、精细化的目的。因此专门成立了 BIM 团队,制定了组织架构,如图 2 所示。同时为满足 BIM 实施需求,项目专门配备了 4 台图形工作站、2 台服务器及其他应用终端设备,并购置各类常规办公软硬件及 BIM 专用软件,提供了应用 BIM 所需的软硬件设施。

在 BIM 实施方面,根据编制的《BIM 模型构建标准》与《BIM 实施标准》,结合工程具体设计及施工特点,专门编制了《项目 BIM 实施策划书》,统一了各类构件类型、命名规则及填充样式等,规定了管线九大避让原则及系统 RGB 值,完善项目所需各类族达 300 余个。另外,编制了 BIM 实施路线,理清 BIM 应用的整体思路、实施步骤。在施工与项目管理中严格按照建模流程、管线综合排布总体避让原则进行模型深化设计。依据出图流程及施工进度计划,细致划分施工各阶段出图节点[6-8],并进行技术交底。

4　BIM 专项应用

在做好 BIM 组织与实施准备工作后,我们以工程特点与施工重难点为导向,以实际需求为牵引,在工程施工与管理中选取所需应用点,研究如何根据项目实际情况将 BIM 技术有效应用于土建施工、机电安装、项目精细化管理,使 BIM 技术真正在工程施工与项目管理中落地。下面具体介绍基于 BIM 技术实现施工场地布置、工艺模拟及施工部署、施工精细管理等专项应用。

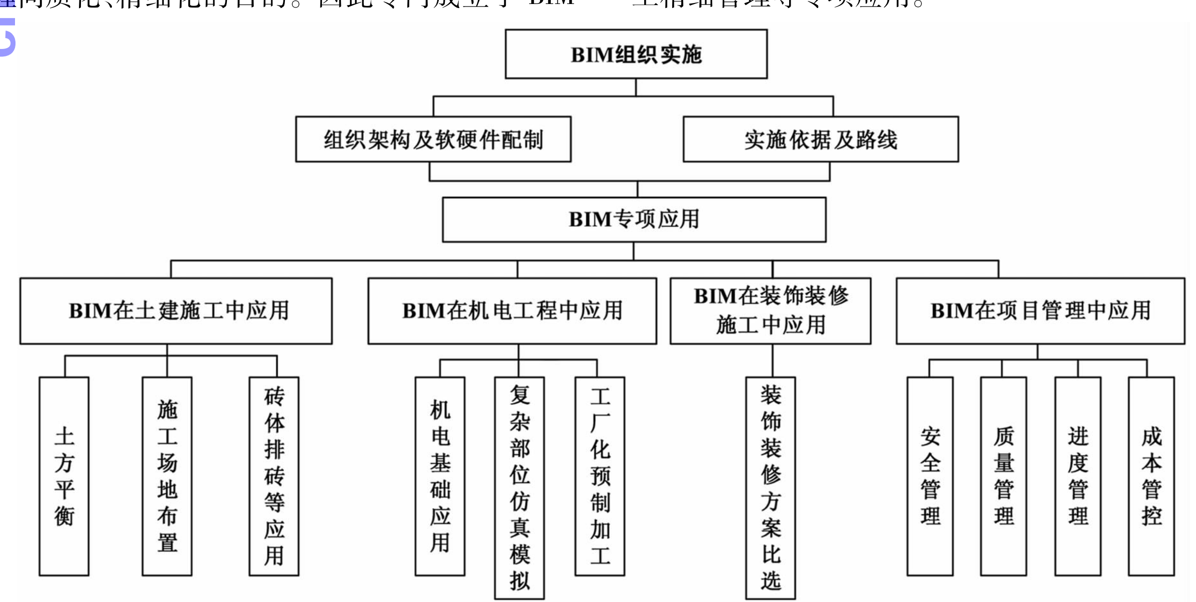


图 2　BIM 组织实施及专项应用总体框架

4.1 BIM 技术在土建施工中的应用

4.1.1 土方平衡

根据地勘设计院提供的场地实际高程数据，将其导入 Revit 软件，快速生成场地实际三维地形图。建立场地平整模型，进行场地平整模拟计算。模拟土方开挖、倒运、回填两种平衡方案，然后优化方案。以土方开挖量和回填量为例，如表 1 所示，经过实际计算，采用整体开挖方案（方案 A），需开挖土方量约为 72 836m^3，而采用分阶段开挖方案（方案 B），需开挖土方量约为 78 826m^3，采用 A 方案开挖土方量比 B 方案少约 6 000m^3。采用 A 方案需回填土方量约为 8 112m^3，而采用 B 方案需回填土方量约为 14 106m^3，采用 A 方案回填土方量比 B 方案少 6 000m^3。所以 A 方案优于 B 方案，为项目在土方施工阶段降低成本约 40 万元。

表 1 两种方案的土方开挖和回填量对比

发展大厦项目土方分析	整体开挖（方案 A）	分阶段开挖（方案 B）
土方开挖量	72 836m^3	78 826m^3
土方回填量	8 112m^3	14 106m^3

4.1.2 施工场地布置

本工程南侧紧邻原有建筑，施工场地狭小，利用广联达场布软件模拟施工现场机械设备、物资料场、施工道路等布置情况，效果如图 3。将现场分为 A、B 两个区，A 区为主楼施工区，B 区为材料加工区，进行人、材、机统一分配、动态管理。可充分利用施工场地，同时有效减少材料的二次搬运。

4.1.3 BIM 技术的其它应用

本项目在二次砌体排砖、模架租赁材料总量控制及混凝土算量等施工环节采用 BIM 技术，得到了较好的应用效果，如图 4－6 所示。

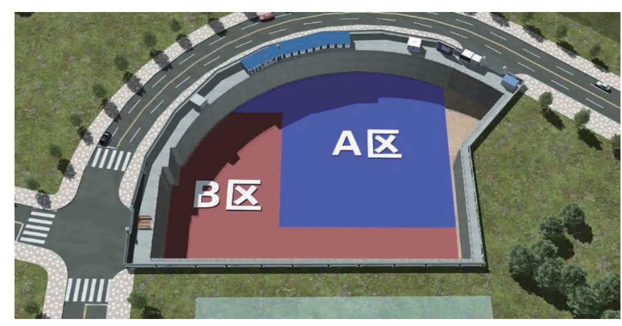


图 3 施工场地布置效果

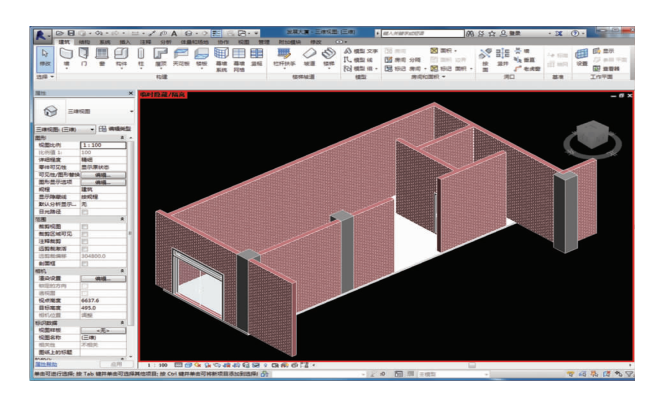


图 4 二次砌体排砖效果

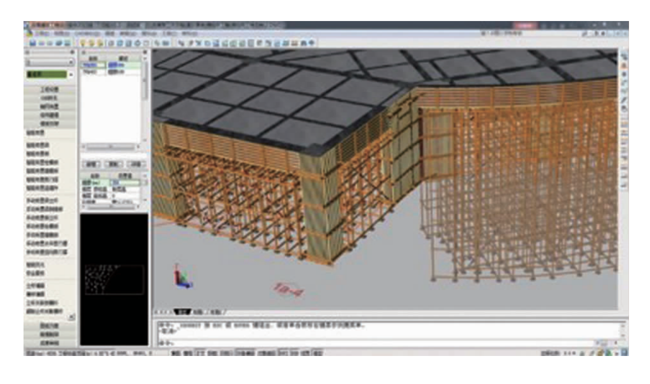


图 5 模架租赁材料总量控制效果

发展大厦砼方量统计表（按图结算）

浇筑部位	图纸计算方量	BIM计算方量	实际浇筑方量	余料	砂浆	浇筑方式		砼标号						浇筑时间
						泵送	自卸	C35	C40	C45	C50	P6/P8	防冻	
主楼及东车库基础筏板1-7/A-G	3031	3001	3107		3	√			√			√		2016.6.4-5
北面车库基础筏板2/01-7/G-H	549	538	532	14.5	2	√			√			√		2016.6.9
地下二层墙3-4/D-C	8.5	8.33	8.5				√				√			2016.6.12
地下二层圆柱D-F/1-3	45	44.1	44.5		1	√					√			2016.6.14
地下二层墙柱1-6/A-F	315.3	308.7	375		5	√					√			2016.6.23-24
地下二层人防顶板1-6/A-F	124.3	121.8	125			√			√			√		2016.6.24
地下二层梁板1-6/A-F	341	334.2	264			√			√					2016.6.24
地下二层东侧车库6-7/A-F	135.6	133.28	126	1	2	√			√					2016.6.29-30
地下二层东侧车库6-7/A-F	67	65.66	76			√			√			√		2016.6.29-30
地下二层北侧车库3-7/G-H	125.83	123.3	111	1	2	√			√					2016.7.1-2
地下二层北侧车库3-7/G-H	109	106.8	120			√			√			√		2016.7.1-2
地下一层圆柱1-3/D-F	51.4	50.4	50.5	2.5	1	√					√			2016.7.2
地下二层西北角车库2/01-3/G-H	223.7	219.3	221.5		1	√			√			√		2016.7.3-4
地下二层西北角车库2/01-3/G-H	31	30.4	22	5.5		√			√					2016.7.3-4
地下二层主楼楼梯2-5/B-E	8	7.8	8	7			√				√			2016.7.4
地下一层主楼墙柱1-6/A-F	397.94	390	421		3	√					√			2016.7.12-14
一层主楼梁板1-6/A-F	414.95	406	347	6	1	√			√					2016.7.12-14
地下一层车库室外顶板1-6/A-F	209.44	205.3	205.5	4		√			√			√		2016.7.12-14
地下一层北侧车库1-7/G-H	261.25	255.3	239.5			√			√			√		2016.7.22-24
地下一层北侧车库1-7/G-H	13.1	12.8	14		1	√			√					2016.7.22-24
地下一层北侧车库1-7/G-H	220.1	215	253.5	1.5		√			√			√		2016.7.22-24
一层主楼圆柱	34.27	33.5	35.5		1	√					√			2016.7.22-24
负一层主楼楼梯	15	14.66	15.5				√		√					2016.7.26-27
主楼一层墙柱1-6/A-G	315	309.5	335	9	3	√					√			2016.7.28-29
主楼一层梁板1-6/A-G	331.36	324	319			√			√					2016.7.28-29
东侧车库梁板6-7/A-G	105	102.6	106.5			√			√			√		2016.8.1-2
东侧车库内墙与坡道6-7/A-G	70	68.6	76.5		2	√			√					2016.8.1-2

图 6 混凝土算量效果

4.2 BIM 技术在机电工程施工中的应用

4.2.1 机电基础应用

采用 BIM 技术将机电模型与土建模型整合，进行机电管线综合排布、支吊架布置及施工可视化交底，效果如图 7 – 9 所示。

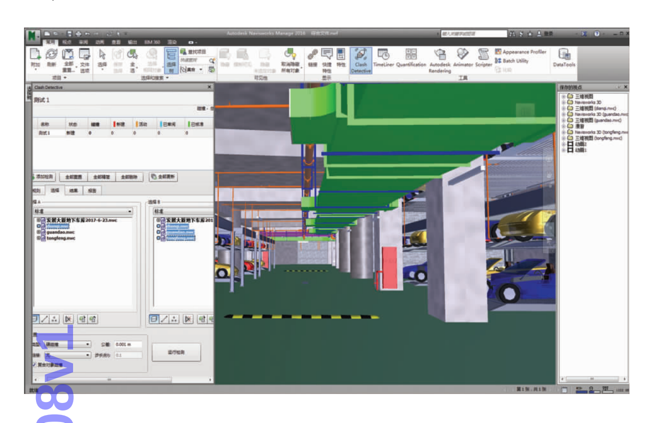


图 7 机电管线综合排布效果

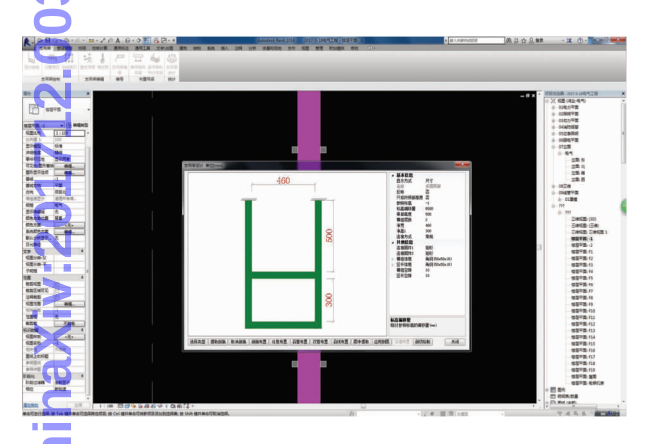


图 8 支吊架排布效果

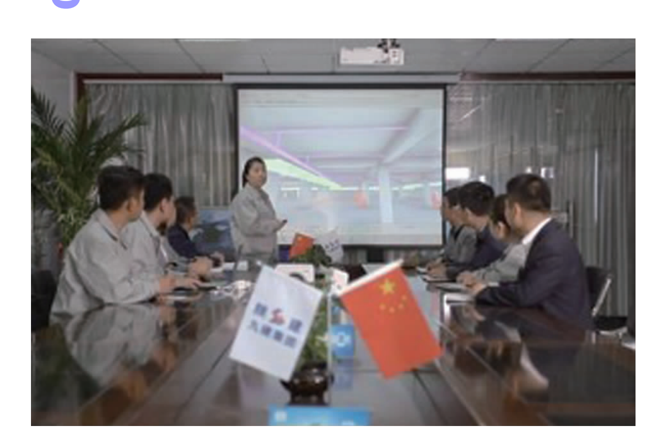


图 9 施工可视化交底

4.2.2 复杂部位的仿真模拟

施工模拟技术是一种先进行模拟，后进行实体建设的过程，利用 BIM 技术可直观模拟、展示关键工序施工过程及完成效果，如图 10 – 11 所示，根据模拟工序，组织施工，可避免返工或修补。该技术带来的价值可归纳为“做没有意外的施工”。



图 10 模拟屋面风机安装效果



图 11 模拟配电室桥架及设备安装效果

4.2.3 工厂化预制加工

将机房模型进行分段拆分，提取各构件、管段预制信息，出具预制加工图及相关料单，如图 12 – 13 所示。将加工图交至厂家预制生产，提前对非标长度管段进行切割、坡口和管段焊接。材料设备进场时，通过扫码将材料设备分类提前调运至相应楼层进行定位拼装，如消防系统管道预拼装现场图 14 所示，实现基于 BIM 技术的施工工法革新。

4.3 BIM 技术在装饰装修施工中的应用

装饰装修模型与土建、机电模型整合，在 Fuzor 中与 VR 设备对接，带领各相关方随时查看模拟装修效果，为业主提供直观的装修方案比，如图 15 所示。根据业主建议修改装修模型，直至业主满意。可减少或消除后期因装修方案改变而导致的返工。从而降低不必要的投资成本。

土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

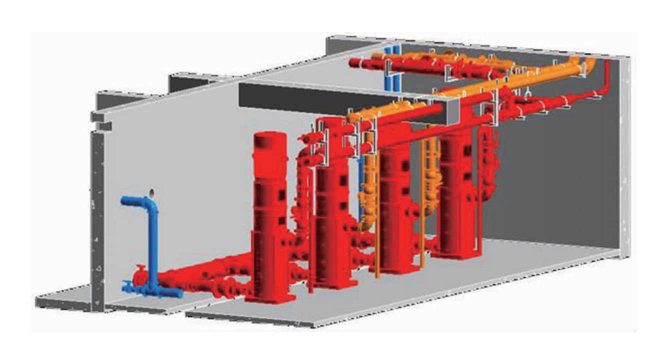


图 12　机房 BIM 模型

名称	图号	安装部位	设计	审核
泵房预制安装图	03	地下二层消防泵房泵——01		

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 A B C D E F G H I J K

工厂化短管料单——卧室水泵组

项目名称：发展大厦
供应地点：西安市浐灞生态区发展大厦工地
联系人：张华　　联系方式：18966924702

管段编号	材料名称	管段规格	长度	单位	备注
1	无缝钢管	DN150	170	mm	
2	无缝钢管	DN150	180	mm	
3	无缝钢管	DN150	180	mm	
4	无缝钢管	DN150	130	mm	
5	无缝钢管	DN150	100	mm	
6	无缝钢管	DN150	130	mm	
7	无缝钢管	DN200	130	mm	
8	无缝钢管	DN200	130	mm	
9	无缝钢管	DN200	130	mm	
10	无缝钢管	DN200	130	mm	
11	无缝钢管	DN300	700	mm	

设备编码	设备名称	规格	数量	单位	备注
A	机械三通	150×65	1	个	
B	蝶阀	DN150	1	个	
C	消声止回阀	DN150	1	个	
D	机械三通	150×65	1	个	
E	可曲挠橡胶接头	DN150	1	个	
F	立式泵		1	台	
G	可曲挠橡胶接头	DN200	1	个	
H	压力表	DN25	1	个	
I	蝶阀	DN200	1	个	
J	三通	DN300	1	个	
K	蝶阀	DN300	1	个	
备注：现场资料要求：检验报告一式 5 份，合格证 5 份。					

制表：李文靖　　审核：陈申旺　　复核：张华

图 13　机房泵预制加工表



图 14　消防系统管道预拼装现场

4.4　BIM 在项目管理中的应用

项目引进 EBIM 协同管理平台，建设、监理、施工等参建各方通过该平台形成以云为中心的协同沟通管理机制，实现了项目安全、质量、进度、成本齐抓共管，协助管理人员有效决策和精细化管理，确保工程质量一次成优。

4.4.1　安全管理

利用云平台实现人员安全信息化管控、安全文明防护用品实时跟踪、危险源识别、临电及施工机械实时监控等。

(1)人员安全管理：生成二维码，录入个人信息，可通过实时查询掌握施工人员入场教育、进出场时间及违反劳动纪律等情况，实现人员信息化管理；

(2)安全文明物品管理：根据物品登记信息，对安全文明物品状态实时跟踪，责任到人；

(3)危险源管理：全覆盖监控危险隔离区域并设置红外报警系统，及时将现场情况反馈到管理平台中，有效解决现场管理中出现的纰漏；

(4)临电安全管理：使用信号传输功能，实时将临电使用状态传输至管理平台，专业管理人员以此获取临电使用情况，进行检查；

(5)施工机械安全管理：持证上岗，专人负责，定期维修保养，将维修记录上传至管理平台，随时查看机械设备运行情况。

4.4.2　质量管理

工长使用移动端进行现场检查，方便实体与模型进行对比，随时查询模型信息，对于发现的问题，可在模型上直接批注，同步到云端，实时发送问题、下达任务，共享视图视口及图片。相关责任人接收到项目问题及任务后及时整改，并将整改后的实际现场资料同步到平台，由质检部门验证后关闭，形成质量管理闭环。

4.4.3　进度管理

将 BIM 模型导入协同管理平台，以施工进度为主线分解至工序级，生成模拟进度，与实际进度进行比对，直观反映进度偏差，及时纠偏调整。根据模拟施工顺序指导各相关责任人合理调配人、材、机等资源组织施工，严格执行计划管理，确保工程按时按质竣工。

4.4.4　成本管控

由 BIM 模型导出每月施工量，编制材料计划，合理安排材料采购及进场，过程中严格控制材料使用量，并结合广联达计价软件进行月报量及人工费预算。

根据各专业当月完成工作面，返回至各专业 BIM 模型，利用 BIM 中算量插件导出工程量，导入计价软件完成人工费结算，生成完成量报表。通过预算成本与实际成本进行阶段性对比，实现项目成本动态管控。

5　创新点分析

5.1　地下室挡土墙单侧支模技术攻克

本项目地下室南侧车库挡土墙长 218.6m，且与基坑护坡设计距离仅有 23cm，如图 15 所示，无法采用常规支模施工。利用 BIM 技术建立地下室外墙模型，模拟单侧支模施工工艺，如图 16 所示，优化施工方案，精准定位排桩位置，最终将地下室外墙与护坡距离减小至 16cm，减少了混凝土胎模的厚度，共节约混凝土 153m^3。同时还减少了打錾、修补费用，共计节约工期 8 天，节约成本 4.8 万余元。

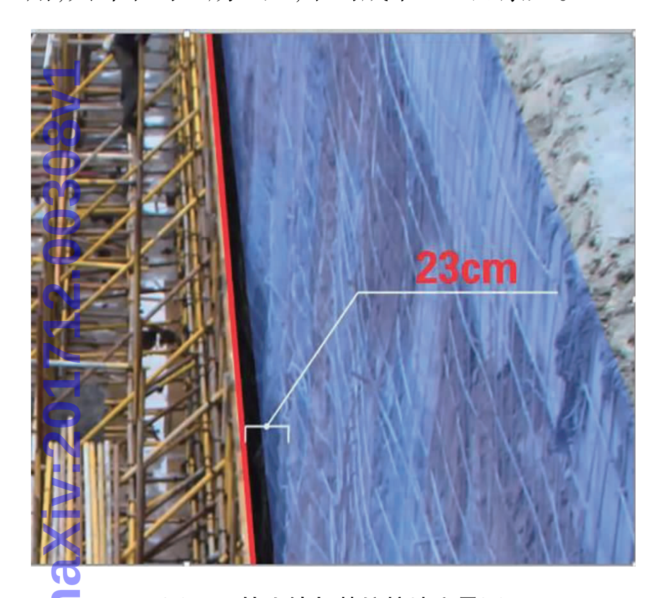


图 15　挡土墙与基坑护坡实景图

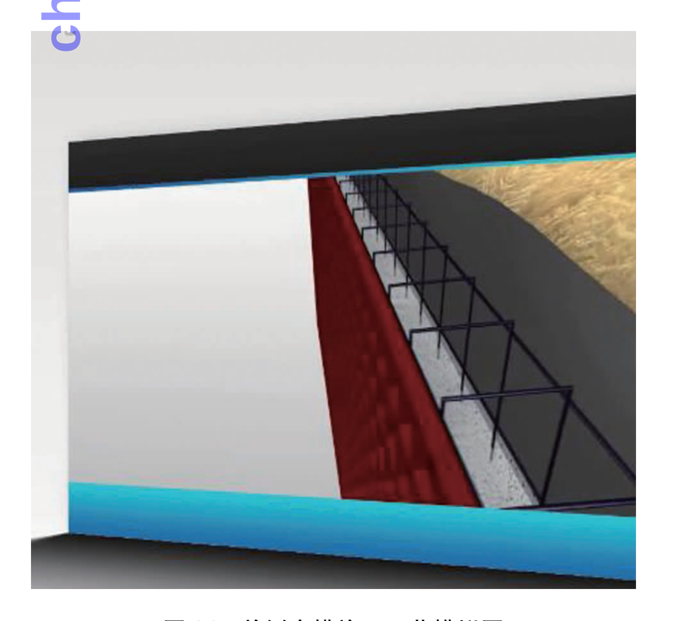


图 16　单侧支模施工工艺模拟图

5.2　大面积支管穿梁控制

地下室层高 4.8m，局部层高 6.8m，最大梁 0.95m，机电管线错综复杂，并设有 2 层、局部 3 层机械车位。依建设单位要求，2 层机械车位安装净空间不应小于 3.6m，如图 17。3 层机械车位不应小于 5.6m，如图 18 所示。在传统管道安装模式下（管道贴梁敷设），自喷登高管长度达 1.15m，平均登高管长度达 0.93m，需设置竖向固定支架保证系统安全运行。而采用 BIM 技术模拟自喷支管穿梁布置，与传统施工工艺相比，减少管道交叉碰撞 100 余处，减少自喷登高管长度约 752m，减少支管固定支架角铁长度约 566m，节省管道支吊架制作及安装工时 10 天，同时提高约 200mm 的可利用空间，从而满足了机械车位的安装要求。经各方认可，最终选择则管道穿梁布置方案。如图 19 – 20 所示。

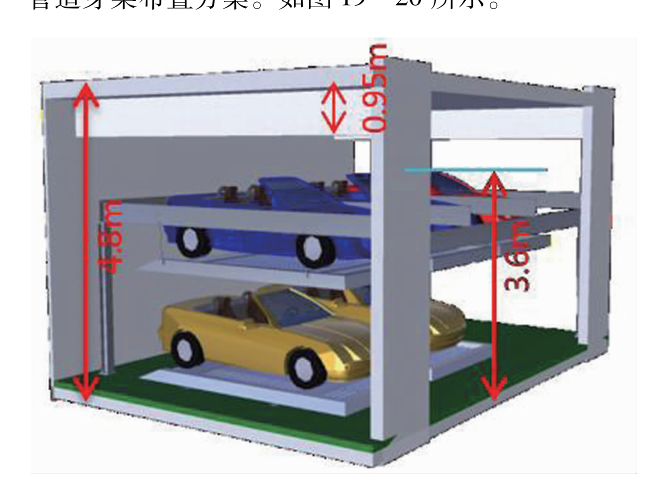


图 17　2 层机械车位标高要求

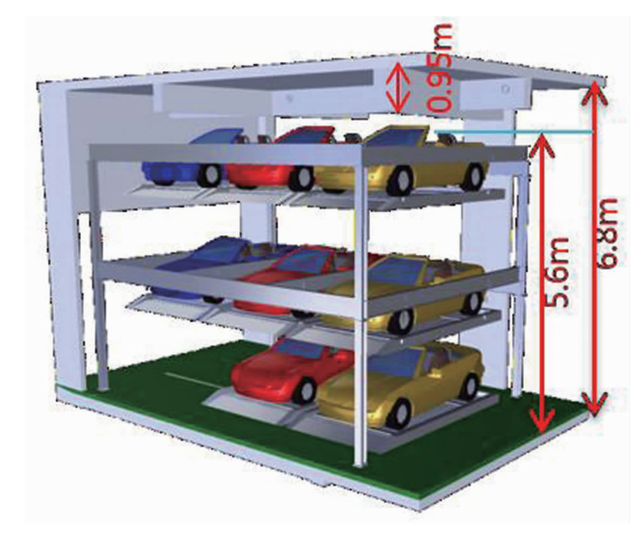


图 18　3 层机械车位标高要求

将深化模型报请设计单位校核后，输出深化设计图纸、预留套管定位图及加工清单，然后进行预制加工，如图21和22所示。

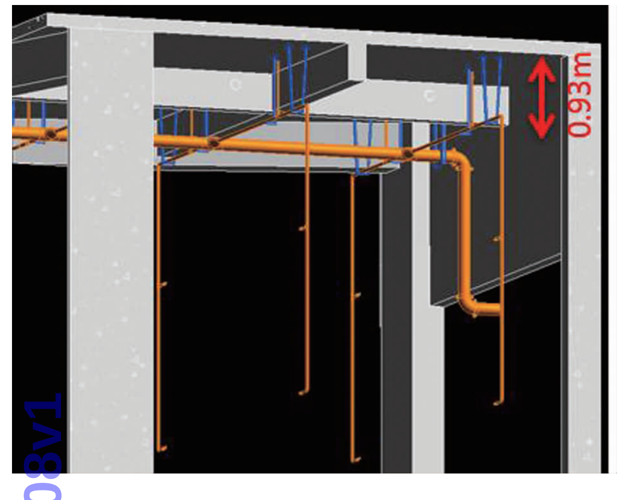


图19　管道贴梁效果

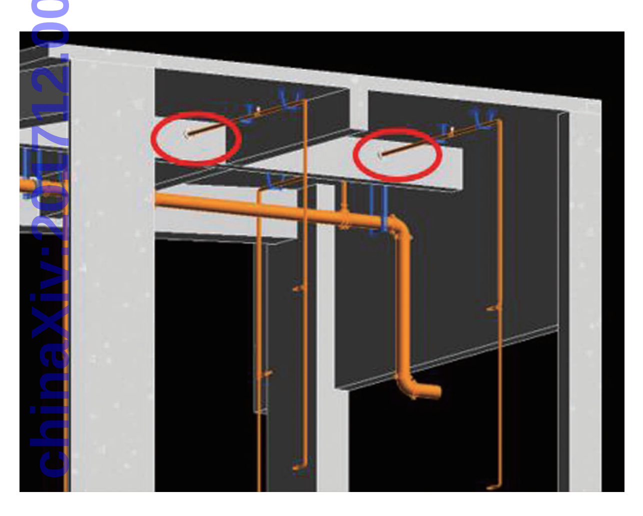


图20　管道穿梁效果



图21　套管预留洞平面



图22　套管预制加工效果

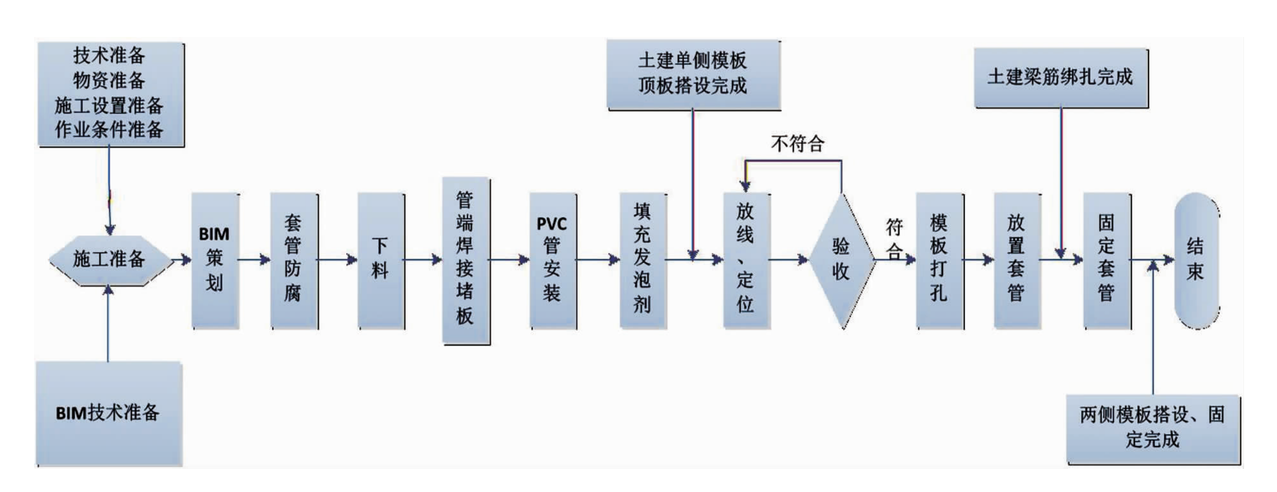


图23　穿梁套管施工方案

管道穿梁设置，套管的预埋及封堵施工难度大。如果定位不准确、固定不牢靠、封堵不严密，会造成后期预埋套管无法使用或安装管道不同心，为保障支管穿梁工艺的顺利实施，项目部组织编制了《穿梁套管施工专项方案》，施工流程图如图 23 所示，确保预留套管一次成型。

采用该穿梁套管施工工艺后，套管实际预埋施工如图 24 所示，套管实景图如图 25 所示。采用支管穿梁布置施工方案后，共计节省工期 10 天，节省自喷管道及支、吊架制作安装费用共计 3.9 万元，达到了很好的预期效果。



图 24　套管实际预埋



图 25　套管穿梁实景

6　应用效果

BIM 技术在本项目施工与管理全生命周期中的运用，成果丰硕，效益显著。在施工中应用 BIM 技术后，基本实现了施工工法与工艺的革新，提高了施工质量，满足了施工质量一次成优的要求。而且采用 BIM 技术后，带来了很好的经济效益。经综合分析测算，应用 BIM 技术后节约机电工程安装成本约 36.16 万元，节约工期约 25 天。土建部分共计节约成本约 65.21 万元，节约工期约 42 天。同时，将 BIM 技术应用于项目管理中，固化了管理流程，提高了企业的综合管理水平，为打造企业核心竞争力提供了动力。另外，通过 BIM 技术的应用，为客户节约了投资成本、提高了工程品质。在整个工程施工与管理中，施工企业有效履行了国家节能、节地、节水、节材及环境保护政策，为企业降本增效提供了有力支持，也树立了良好的品牌效益。

7　总结

7.1　思考和认识

在发展大厦项目中，从最初想借鉴成熟设计工艺，到后来逐渐在实践中改良创新，再到现阶段溯源反馈，我们清醒认识到 BIM 技术在施工工艺革新和项目管理各个环节及流程中起到了推动作用。然而这个过程不是一蹴而就的，需要逐渐探索和创新。对于其具体应用，从设计到运维，每个阶段均有其特殊的应用价值。如果施工企业盲目跟风，只为追求 BIM 技术的先进性，没有根据项目实际施工进度、项目特点选择具体应用阶段及合理的应用点，会使 BIM 应用脱离工程实际，产生过度应用的现象，从而增加了项目投资成本。

7.2　经验和建议

基于以上思考和认识，总结 BIM 技术在发展大厦项目应用的经验和建议。

（1）以提高企业核心竞争力，实现降本增效为终极目标，应根据工程施工的重点和难点合理选择 BIM 技术的具体应用点和应用深度；

（2）对于 BIM 人才的选择及培养，应在详细梳理人才结构后，根据个人工作专长，挑选具有一定设计和施工经验的专业技术人员，有针对性地制定战略规划；

（3）建立明确的企业 BIM 组织架构，制定系统的 BIM 管理制度，建立健全 BIM 技术应用标准和规范，健全 BIM 族库，将 BIM 技术与项目管理流程相结合，固化管理流程，实现基于 BIM 技术的精细化管理，逐步实现 BIM 引领现代建筑施及管理工的科技化、信息化。

参考文献

[1] 孙成双, 江帆等. BIM 技术在建筑业的应用能力评述[J]. 工程管理学报, 2014, 28(3): 27-28.
[2] 郑华海, 刘匀,李元齐,等. BIM 技术研究与应用现状[J]. 结构工程师, 2015, 31(4): 233-234.
[3] 刘智敏, 王英,等. BIM 技术在桥梁工程设计阶段的应用研究[J]. 北京交通大学学报, 2015, 39(6): 80-81.
[4] 李俊卫, 黄玮征,王旭峰. BIM 技术在工程勘察设计阶段的应用研究[J]. 建筑经济, 2015, 36(9): 117-118.
[5] 程建华, 王辉. 项目管理中 BIM 技术的应用与推广[J]. 施工技术, 2012, 41(371): 18-19.
[6] 何波, 王轶群,杨远丰. 常用 BIM 软件项目实战疑难解析(上篇)[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(5): 19-26.
[7] 何波, 王轶群,杨远丰. 常用 BIM 软件项目实战疑难解析(下篇)[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(4): 66-83.
[8] 王齐兴, 贾张琴,等. BIM 在机电工程施工中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(5): 1-7.

Application of BIM Technology in Construction and Management of Chanba Development Building Construction

Li Wenjing, Ding Shanshan, Wang Qixing, Zhao Ning, Li Dawei

(*Installation Company of the First Construction Group Co., Ltd., Xi' an* 710077, *China*)

Abstract: BIM is a new technology that leads the construction industry after CAD, and its emergence has revolutionized the construction industry. At present, an upsurge of domestic companies in China are learning and exploring how to apply BIM technology in construction. This paper begins with analyzing the characteristics and difficulties of project of Chanba Development Building Construction, and then studies how to apply BIM technology in the engineering construction and management, and explores the implementation basis and route of BIM technology in the construction. Specific application points in construction are also given, including the BIM-based construction site layout, process simulation and construction deployment, fine construction management, and etc. Additionally, analysis is conducted on the innovations in the lifecycle project construction and management applying BIM technology. It has proved that application of BIM technology in engineering construction and project management can solidify the management process, minimize the human-resulted differentiations in the construction management, realize cost reducing and efficiency increasing, and ensure the quality of a superior project. Finally, it will achieve the aim of homogenization and refinement for project management, and promote the transformation of enterprises to the road of technological development.

Key Words: BIM; Engineering Construction; Process Simulation; Construction Deployment; Fine Management